

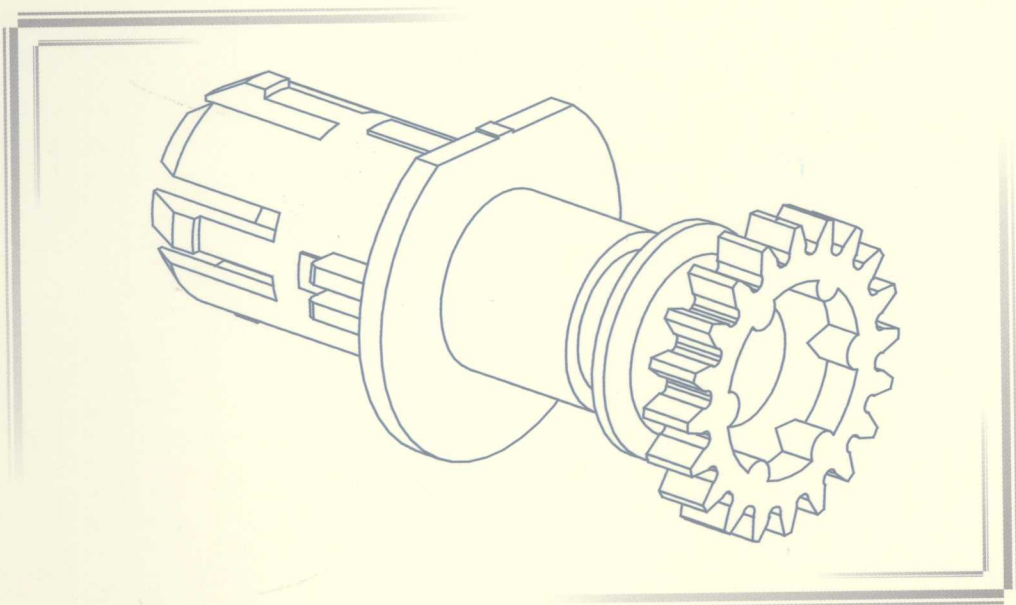


总装备部国防工业“十一五”规划教材

画法几何及机械制图

(第2版)

李虹 暴建岗 程军 主编



本书看点

1. 加入构型设计，突出先进性、实用性；
2. 基于AutoCAD较新版本，强调应用新功能；
3. 个别专业术语给出中英文对照，以利于双语教学。



国防工业出版社

National Defense Industry Press

总装备部国防工业“十一五”规划教材

画法几何及机械制图

(第2版)

李虹 暴建岗 程军 主编

国防工业出版社

发行所：(010) 68411332
发行部：(010) 68411332
地址：(010) 68411332
北京

“十一五”国家重点图书出版规划项目 内容简介

本书是在作者总结多年教学经验和教改成果的基础上编写的,符合工程图学教学指导委员会制定的《工程制图课程教学基本要求》。书中内容体现了科学技术和教育发展对教学新的要求,将 AutoCAD 绘图软件应用、构型设计、徒手绘图与传统的投影理论、绘图技术揉合在一起,并采用了最新国家标准,这是本书最显著的特点。本书内容主要包括:投影基础;点、直线、平面的投影;直线与平面以及平面与平面的相对位置;投影变换;制图的基本知识与技能;计算机绘图的基本知识;立体;轴测投影图;组合体视图;机件常用的表达方法;常用零部件和结构要素的特殊表示法;零件图;装配图;AutoCAD 三维实体造型;焊接图和展开图等共 15 章。作者还编写了与教材配套的《画法几何及机械制图习题集》,由国防工业出版社同时出版。

本书可供高等工科院校机械类和近机械类各专业作为画法几何及机械制图课程教材,也可供其它院校师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及机械制图/李虹,暴建岗,程军主编.—2

版,—北京:国防工业出版社,2008.8

总装备部国防工业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-118-05848-2

I. 画... II. ①李...②暴...③程... III. ①画法几何②机械制图 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 101955 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 27 字数 680 千字

2008 年 8 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 41.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422 发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535 发行业务:(010)68472764

第2版前言

本书根据教育部工程图学教学指导委员会2004年制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》,结合我们多年的教改成果和教学经验编写。

全书共15章,另加附录。并编写了《画法几何及机械制图习题集》,供配套使用,本书适用于高等工科院校机械类专业和近机械类专业的师生使用,也适于自学,亦可作为有关工程技术人员的参考书。

本书有以下主要特点:

(1) AutoCAD 绘图内容贯穿全书,与传统机械制图内容相融合,使学生在学每章内容时,可以同时熟练掌握两种图形输出手段。

(2) 构型设计内容贯穿全书。有利于学生空间思维能力、形体构思能力的提高和创造性思维能力的培养。

(3) 草图绘制方法与技能训练贯穿全书,以提高学生绘制草图的能力,更好地适应计算机绘图介入课程后的新的教学形势和制图技术的变革。

(4) 全书采用我国最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准。

(5) 除必学内容外,本书增加了 AutoCAD 三维造型、展开图、焊接图等选学内容,供不同专业选用。

在第1版的基础上,作者将书中第四章、第五章、第六章、第八章、第九章、第十一章、第十三章的内容进行了修改,并采用了最新版本的 AutoCAD 2008。使整套教材更符合新的国家标准的规范,题型、题目和难度更符合教学大纲的要求。

本书由李虹、暴建岗、程军主编。参加编写的有暴建岗(第三章、第九章);李虹(第二章、第六章、第八章、第十章);边秋梅、刘虎(绪论、第一章、第十四章及第八、九、十一、十二章部分);丁爱玲(第四章、第十二章);刘春美(第七章、第十一章、第十五章及相关附录);马春生(第五章、第十三章);崔学勇同志也参与编写了部分章节。同时,在本书编写过程中得到了段维民、翟海光老师的大力支持,在此一并表示感谢。

限于水平,对本书中存在的缺点或不足,恳请读者批评指正。

编者
2008年6月

目 录

绪论	1
第一章 点、直线、平面的投影	2
第一节 投影法	2
第二节 点的投影	4
第三节 直线的投影	11
第四节 平面的投影	22
第二章 直线与平面以及平面与平面的 相对位置	31
第一节 平行关系	31
第二节 相交关系	34
第三节 垂直关系	39
第三章 投影变换	43
第一节 概述	43
第二节 变换投影面法	44
第三节 旋转法	51
第四章 制图的基本知识与技能	56
第一节 国家标准《机械制图》的基本 规定	56
第二节 绘图工具和仪器的使用方法	66
第三节 几何作图	70
第四节 平面图形的尺寸分析及作图 步骤	76
第五节 绘图的方法和步骤	79
第六节 平面图形构形设计	81
第五章 计算机绘图基础	85
第一节 AutoCAD 2008 基础知识	85
第二节 基本绘图命令	91
第三节 精确绘图辅助工具	98
第四节 常用的编辑命令	101

第五节 图层和对象特性	115
第六节 AutoCAD 绘制平面图形	119
第六章 立体	122
第一节 三视图的形成及其投影规律	122
第二节 平面立体	123
第三节 曲面立体	125
第四节 平面与立体表面的交线—— 截交线	131
第五节 直线与立体相交	142
第六节 两立体表面相交——相贯线	145
第七节 AutoCAD 绘制三视图	157
第七章 轴测投影图	159
第一节 轴测投影图的基本概念	159
第二节 正等轴测图	161
第三节 斜二轴测图	168
第四节 轴测剖视图	169
第五节 轴测投影图的尺寸标注	171
第八章 组合体视图	173
第一节 组合体的组合形式及形体 分析	173
第二节 画组合体的视图	177
第三节 组合体的尺寸标注	180
第四节 读组合体视图	186
第五节 组合体的构型设计	196
第六节 AutoCAD 尺寸标注	200
第九章 机件常用的表达方法	207
第一节 视图(GB/ T 17451—1998、 GB/ T 4458. 1—2002)	207
第二节 剖视图(GB/T 17452—1998、	

	GB/T 4458.6—2002)	211	第二节	部件的表达方法	335
第三节	断面图(GB/T 17452—1998、 GB/T 4458.6—2002)	222	第三节	装配图的尺寸标注和技术 要求	339
第四节	其它表达方法	225	第四节	装配图的零部件序号和 明细栏	340
第五节	表达方法综合举例	231	第五节	装配体结构的构型设计	341
第六节	第三角投影简介	233	第六节	部件测绘和装配图画法	346
第七节	AutoCAD 绘制剖视图	235	第七节	读装配图及由装配图拆画 零件图	349
第十章	常用零部件和结构要素的特殊 表示法	238	第十三章	AutoCAD 创建三维模型	355
第一节	螺纹	238	第一节	AutoCAD 的坐标体系	355
第二节	螺纹紧固件及其连接画法	246	第二节	AutoCAD 的视图	357
第三节	键、销和滚动轴承	253	第三节	创建三维模型	358
第四节	弹簧	259	第四节	三维实体编辑	363
第五节	齿轮	262	第五节	三维实体造型举例	370
第十一章	零件图	275	第十四章	焊接图	372
第一节	零件图的作用和内容	275	第一节	焊缝的图示法及符号标注	372
第二节	零件的表达分析	277	第二节	焊接图举例	378
第三节	零件图上尺寸的标注	288	第十五章	展开图	380
第四节	零件图上技术要求的注写	299	第一节	平面立体的表面展开	380
第五节	零件上常见的工艺结构	314	第二节	可展曲面的表面展开	383
第六节	零件的构型设计	317	第三节	不可展曲面的展开图	388
第七节	零件测绘	320	第四节	算法展开	390
第八节	读零件图	324	附录		392
第九节	AutoCAD 绘制零件图	327	参考文献		425
第十二章	装配图	333			
第一节	装配图的作用与内容	333			

一、本课程的研究对象和任务

在工程技术中按照投影原理和技术规定绘制的,能准确表达物体结构形状、尺寸、材料和技术要求等内容的图,称为工程图样。它与语言、文字一样,是人们表达和交流思想的工具。无论是制造机器设备,还是建造高楼、桥梁,都离不开工程图样。在机器设备的设计阶段,要通过工程图样来表达设计思想和要求;在生产、装配、检验的过程中,要以工程图样作为依据;在维修机器设备时,也要通过工程图样来了解它的结构和性能。因此,图样是设计制造和使用机器设备过程中的一种重要技术资料,也是进行技术交流的重要工具。常被喻为工程界的技术“语言”。作为工程技术人员,必须掌握这种“语言”,否则就无法从事工程实践。

随着计算机技术的迅猛发展,一门新的学科——计算机图形学应运而生,并迅速渗透到各行各业,引起了制图技术的重大变革。因此,工程技术人员除了要掌握图样的基本知识和投影理论,还必须掌握计算机绘图的基本方法和技能。

本学科就是一门研究如何应用正投影的基本原理绘制和阅读机械图样的科学。它是工院校学生一门重要的、必修的技术基础课。它的主要任务如下:

- (1) 学习投影法(主要是正投影)的基本理论及其应用。
- (2) 培养空间形象思维能力和创造性构型思维能力。
- (3) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- (4) 培养使用绘图软件绘制工程图样的能力及进行三维造型设计的初步能力。
- (5) 培养工程意识以及贯彻和执行国家标准的意识。

二、本课程的特点和学习方法

本课程是一门实践性很强的技术基础课。因此学习本课程应坚持理论联系实际学风,既注重理论知识、基本方法的学习,又要努力练好自己的基本功。在掌握基本概念的基础上,由浅入深地通过大量的绘图和读图实践,不断地进行由物画图、由图画物的练习,并清楚二维图形与空间形体的对应关系,将这些对应关系在脑海中逐渐积累,逐步提高空间想象能力和构型能力,这是学习本课程的重要环节。

另外,为了便于工程技术语言的交流,要养成严格遵守国家标准的习惯。在绘图中正确地使用绘图工具,掌握绘图的技能 and 技巧,加强上机实践,逐步掌握绘图软件的应用和操作技能,以提高绘图能力。由于工程图样在生产中起着重要作用,画图和读图的错误都会给生产带来损失,因此在学习中要注意克服急躁情绪和随意、马虎等不良习惯,逐步养成认真负责、严谨细致、精益求精的良好作风。

(d)

去源处行平 C-1图

去源处行平 (d); 去源处行平 (a)

(a)

源处

去源处行平 1-1图

第一章 点、直线、平面的投影

第一节 投影法

一、投影法的基本知识

物体在阳光的照射下,就会在墙面或地面投下影子,这就是投影现象。投影法是将这一现象加以科学抽象和思维而产生的。投射光线通过物体向选定的面投射,并在该面上得到图形的方法,称为投影法。

二、投影法的分类

投影法分中心投影法和平行投影法两种。

1. 中心投影法

如图1-1所示,设 S 为投射中心,通过三角形上各点的投射线与投影面的交点称为点在平面上的投影。这种投射光线都通过投射中心的投影法称为中心投影法。中心投影法常用来绘制建筑物的透视图以及产品的效果图。如图1-1中点 S 叫做投射中心, SAa 为投射线,点 a 为投射线与投影面的交点,叫做点 A 在 H 平面上的投影; $\triangle abc$ 为 $\triangle ABC$ 的投影。

2. 平行投影法

将投射中心 S 移到无限远,所有的投射光线相互平行,这种投影法称为平行投影法。投影法根据投射光线与投影面的相对位置又可分为正投影法和斜投影法。

(1) 正投影法:投射光线垂直于投影面的投影法。按此法得到的图形叫正投影图,如图1-2(a)所示。

(2) 斜投影法:投射光线倾斜于投影面的投影法。按此法得到的图形叫斜投影图,如图1-2(b)所示。

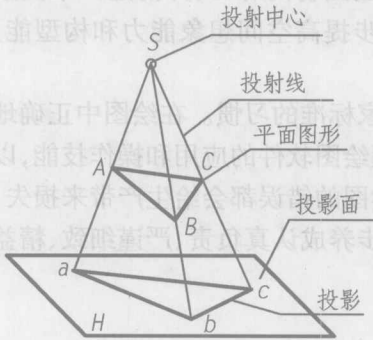


图 1-1 投影方法

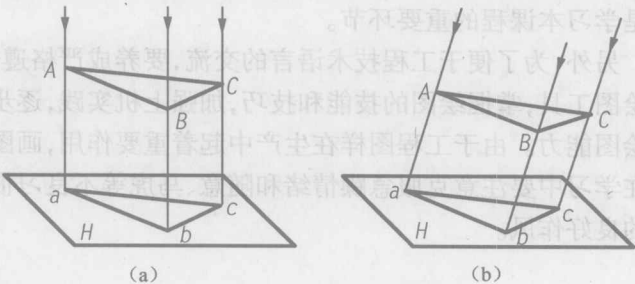


图 1-2 平行投影法
(a) 正投影法; (b) 斜投影法。

正投影按投影面的多少分为单面正投影与多面正投影。工程上采用的多面正投影,习惯上不加“多面”二字。多面正投影法又因法国学者蒙诺首次从理论上加以阐述而有蒙诺法之称。

三、平行投影法的基本特性

1. 实形性

直线或平面图形平行于投影面时,其投影反映实长或实形,如图 1-3(a)、(b) 所示。据此可知,当 $\triangle ABC$ 平行于投影面时,它的投影 $\triangle abc$ 与空间实形大小全等。推而广之,如一平面图形与投影面平行,则它的投影反映实形。

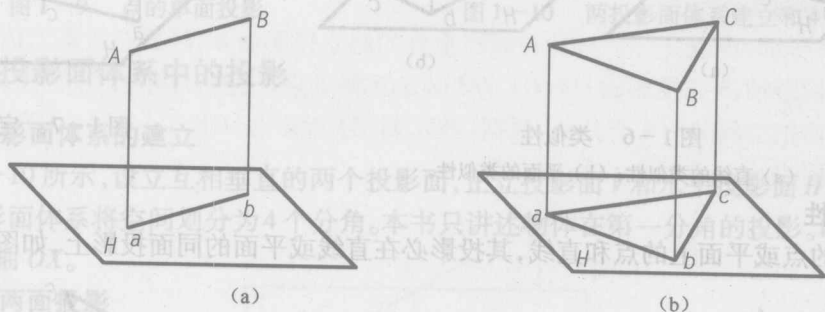


图 1-3 实形性

(a) 直线的实形性; (b) 平面的实形性。

2. 积聚性

当直线或平面图形垂直于投影面时,其投影积聚成点或直线,如图 1-4 所示。

3. 平行性

两条相互平行的空间直线,其同面投影仍然平行,且两平行线段的长度之比,与其投影的长度之比相等。如图 1-5 所示, $AB \parallel CD$, 又因 $Aa \parallel Cc$, 故 $AabB$ 、 $CcdD$ 为两平行的平面, 从而可得 $ab \parallel cd$ 。同样可证得 $AB:CD = ab:cd$ 。

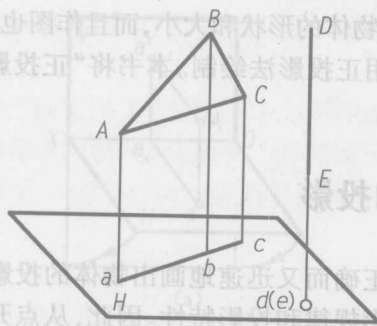


图 1-4 积聚性

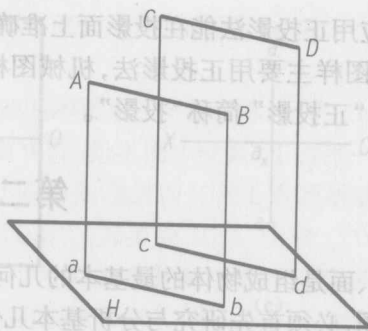


图 1-5 平行性

4. 类似性

当直线或平面图形既不平行、也不垂直于投影面时,直线的投影仍然是直线,平面图形的投影是原图形的类似形(类似形的边数、平行关系、凸凹、直曲不变)。在正投影下,投影长度、面积小于实长或实形,如图 1-6 所示。

5. 定比性

点分直线之比等于点的投影分直线的同面投影之比。如图 1-7 所示, Aa 、 Bb 、 Cc 都是垂直于 H 面的投射射线, 故 $Aa \parallel Bb \parallel Cc$, 根据初等几何的平行截割定理, 可知 $AC:CB = ac:cb$ 。

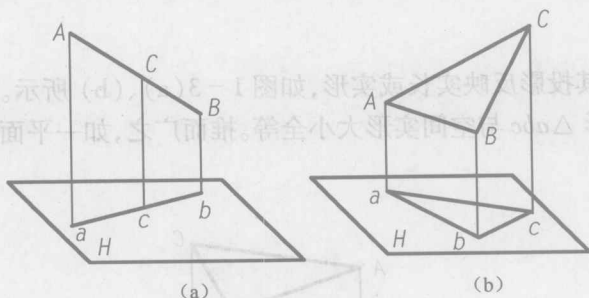


图 1-6 类似性

(a) 直线的类似性; (b) 平面的类似性。

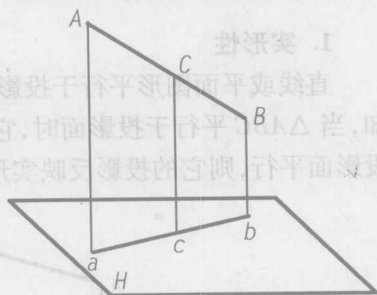


图 1-7 定比性

6. 从属性

直线上的点或平面上的点和直线, 其投影必在直线或平面的同面投影上, 如图 1-8 所示。

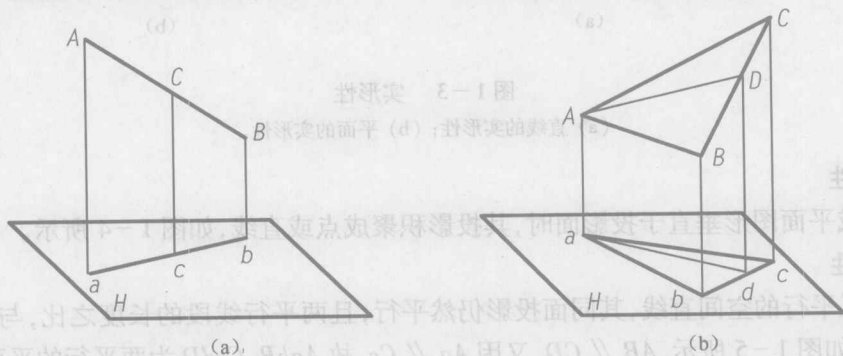


图 1-8 从属性

(a) 点的从属性; (b) 直线的从属性。

由于应用正投影法能在投影面上准确的表达空间物体的形状和大小, 而且作图也比较方便。因此, 工程图样主要用正投影法, 机械图样通常也采用正投影法绘制。本书将“正投影法”简称“投影法”, “正投影”简称“投影”。

第二节 点的投影

点、线、面是组成物体的最基本的几何元素, 为了正确而又迅速地画出物体的投影或分析空间几何问题, 必须首先研究与分析基本几何元素的投影规律和投影特性。因此, 从点开始研究物体投影的表示方法。

如图 1-9 所示, 过空间点 A 作投射射线垂直于投影面 H , 投射射线与 H 面的交点 a 为空间点 A 在 H 面上的投影。因为过投影 a 的垂线上所有点 (如点 A 、 A_1 、 A_2 、 $\dots$ 、 A_n) 的投影都是 a , 所以, 已知投影点 a 无法唯一确定空间点 A 的位置。要确定空间点的位置, 可增加投影面, 建立如图 1-10 所示互相垂直的两投影面体系。

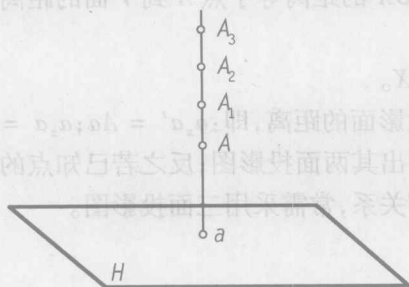


图 1-9 点的单面投影

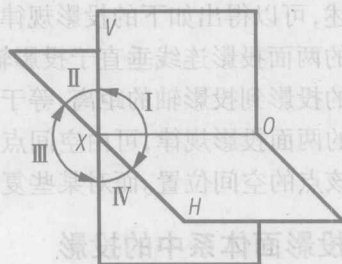


图 1-10 两投影面体系建立和 4 个分角

一、点在两投影面体系中的投影

1. 两投影面体系的建立

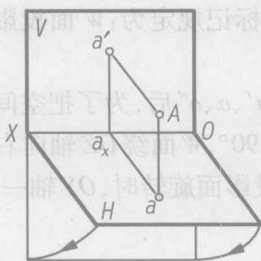
如图 1-10 所示,设立互相垂直的两个投影面,正立投影面 V 和水平投影面 H ,构成两投影面体系。两投影面体系将空间划分为 4 个分角。本书只讲述物体在第一分角的投影。 V 面和 H 面的交线称为投影轴 OX 。

2. 点的两面投影

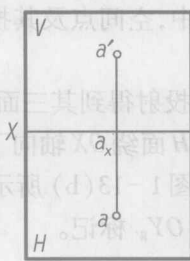
如图 1-11(a) 所示,由空间点 A 分别作垂直于 V 面、 H 面的投射射线 Aa' 、 Aa ,与 V 面、 H 面相交,交点即为 A 的正面投影(V 面投影) a' 和水平投影(H 面投影) a ,即点 A 的两面投影。空间点用大写字母如 A 、 B 、 C 、... 表示,其水平投影用相应的小写字母如 a 、 b 、 c 、... 表示,正面投影用相应的小写字母加一撇如 a' 、 b' 、 c' 、... 表示。

为使点的两面投影画在同一平面上,需将投影面展开。展开时 V 面保持不动,将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° ,与 V 面展成一个平面,便得到点 A 的两面投影图,如图 1-11(b) 所示。投影图上的细实线 aa' 称为投影连线,与 OX 轴的交点用 a_x 表示。

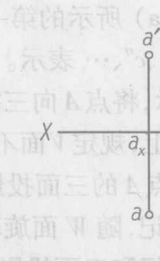
因投影面是平面,而平面是无限的,故在实际画图时,不必画出投影面的边框,图 1-11(c) 即为点 A 的两面投影图。



(a)



(b)



(c)

图 1-11 点在两投影面体系中的投影

3. 点的两面投影规律

空间点 A 与其投影 a' 、 a 构成一个平面,由于平面 $Aa'a$ 分别与 V 面、 H 面垂直,所以这 3 个相互垂直的平面必定交于一点 a_x ,且 $a_xa' \perp OX$ 、 $aa_x \perp OX$ 。当 H 面与 V 面处于一个平面上时, a 、 a_x 、 a' 3 点必共线,即 $aa' \perp OX$ 。

又因 Aaa_xa' 是矩形,所以 $a_xa' = Aa$, $a_xa = Aa'$ 。即:点 A 的 V 面投影 a' 与投影轴 OX 的距离

等于点 A 到 H 面的距离;点 A 的 H 面投影 a 与投影轴 OX 的距离等于点 A 到 V 面的距离。

综上所述,可以得出如下的投影规律:

(1) 点的两面投影连线垂直于投影轴,即 $aa' \perp OX$ 。

(2) 点的投影到投影轴的距离,等于该点到相邻投影面的距离,即: $a_x a' = Aa$; $a_x a = Aa'$ 。

根据点的两面投影规律,可由空间点的 3 个坐标画出其两面投影图;反之若已知点的两面投影就可确定该点的空间位置。而对某些复杂的空间几何关系,常需采用三面投影图。

二、点在三投影面体系中的投影

1. 三投影面体系的建立

如图 1-12 所示,再设立一个与 V 、 H 面都垂直的侧立投影面 W ,形成三投影面体系。两投影面相交的交线称投影轴,3 条投影轴 OX 、 OY 、 OZ 必定互相垂直。三投影轴的交点为投影原点 O 。3 个互相垂直的平面把空间分为 8 个分角,根据《技术制图》投影法,GB/T 14692—1993 的规定,我国采用第一分角画法。

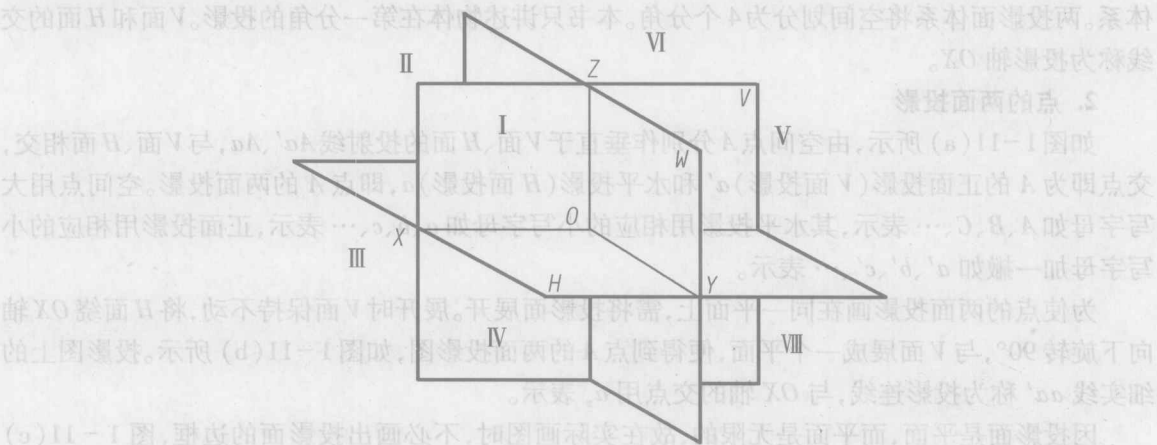


图 1-12 三投影面体系建立 8 个分角

在如图 1-13(a) 所示的第一分角中,空间点及其投影的标记规定为: W 面投影用相应的小写字母加两撇 a'' 、 b'' 、 c'' 、... 表示。

如图 1-13 所示,将点 A 向三投影面投射得到其三面投影 a' 、 a 、 a'' 后,为了把空间三投影面的投影画在同一平面上,规定 V 面不动,将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° , W 面绕 OZ 轴向右后旋转 90° ,与 V 面重合即得到点 A 的三面投影图如图 1-13(b) 所示。在投影面旋转时, OY 轴一分为二,随 H 面旋转的用 OY_H 标记,随 W 面旋转的用 OY_W 标记。

2. 点的直角坐标和三面投影的关系

如把三投影面体系看作空间直角坐标系,则 H 、 V 、 W 面即为坐标面, X 、 Y 、 Z 即为坐标轴, O 点即为坐标原点。由图 1-13(a) 可知, A 点的 3 个坐标 x 、 y 、 z 即为 A 点到 3 个坐标面的距离,它们与 A 点的投影 a' 、 a 、 a'' 的关系如下:

$$Aa'' = a'a_z = aa_y = a_x o = X_A$$

$$Aa' = aa_x = a''a_z = a_y o = Y_A$$

$$Aa = a'a_x = a''a_y = a_z o = Z_A$$

由此可见: a 由点 A 的 x 、 y 两坐标确定; a' 由点 A 的 x 、 z 两坐标确定; a'' 由点 A 的 y 、 z 两坐标

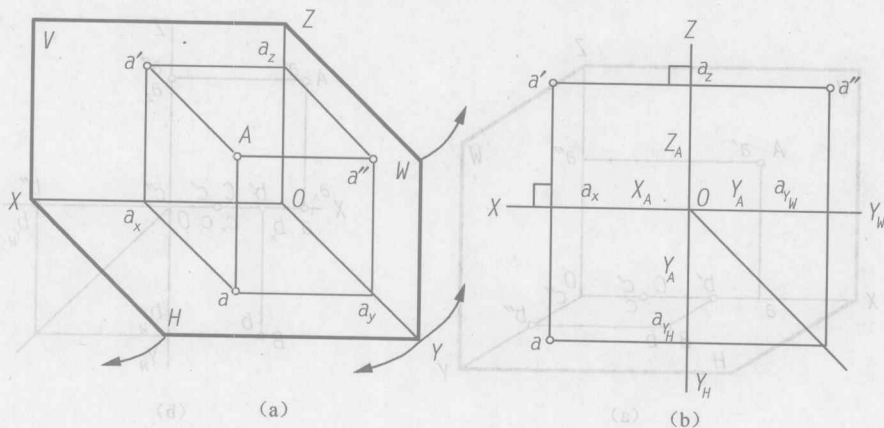


图 1-13 点的投影

(a) 点 A 在三面投影体系中投影; (b) 点 A 的三面投影图。

确定,即点的一个投影由其中的两个坐标所决定。点的任意两个投影包含了点的 3 个坐标,由此可知:点的两面投影能唯一确定点的空间位置。因此,根据点的 3 个坐标值和点的投影规律,就能作出该点的三面投影图,也可以由点的两面投影补画出点的第 3 面投影。所以,一空间点 A 在三投影面体系中有唯一的一组投影 (a, a', a'') 。反之,如已知点 A 的一组投影 (a, a', a'') ,即可确定该点在空间的坐标值。

3. 三投影面体系中点的投影规律

由图 1-13 及点的两面投影规律可以得到点的三面投影规律。

(1) 点 A 的 V 面投影和 H 面投影的连线垂直于 OX 轴,这两个投影都反应空间点的 x 坐标,即 $a'a \perp OX$; $a'a_z = aa_y = a_xo = X_A$ 。

(2) 点 A 的 V 面投影和 W 面投影的连线垂直于 OZ 轴,这两个投影都反应空间点的 z 坐标,即 $a'a'' \perp OZ$; $a'a_x = a''a_y = a_zo = Z_A$ 。

(3) 点 A 的 H 面投影 a 到 OX 轴的距离等于点 A 的 W 面投影 a'' 到 OZ 轴的距离,即 $aa_x = a''a_z = a_yo = Y_A$,作图时可以用圆弧或 45° 斜线反映它们的关系,如图 1-13(b) 所示。

4. 投影面上和投影轴上点的投影

在特殊情况下,点可位于投影面上或投影轴上。点的 3 个坐标值 x, y, z 中有一个为 0,则点在相应的投影面上;若点的 3 个坐标值 x, y, z 中有 2 个为 0,则点位于投影轴上;如点的 3 个坐标都为 0,则点与原点重合。

如图 1-14 所示,当点在投影面上时,点在该投影面上的投影与其本身重合,其它两投影分别在相应的投影轴上(该平面所包含的两个轴);当点在投影轴上时,点的两个投影与点本身重合于坐标值不为 0 的那个投影轴上,点的另一投影与原点重合。

【例 1-1】 已知点 $A(20, 15, 24)$, 求点 A 的三面投影。

作图:

(1) 画坐标轴(X, Y_H, Y_W, Z, O);在 X 轴上量取 $Oa_x = 20$; $Oa_{y_H} = 15$; $Oa_z = 24$ 。如图 1-15(a) 所示。

(2) 分别过 a_x 作 OX 轴的垂直线、过 a_z 作 Z 轴的垂直线,两垂直线的交点为点 A 的 V 面投影 a' ,过 a_{y_H} 作 OY 轴的垂直线与 $a'a_x$ 的延长线相交得点 A 的 H 面投影 a 。如图 1-15(b) 所示。

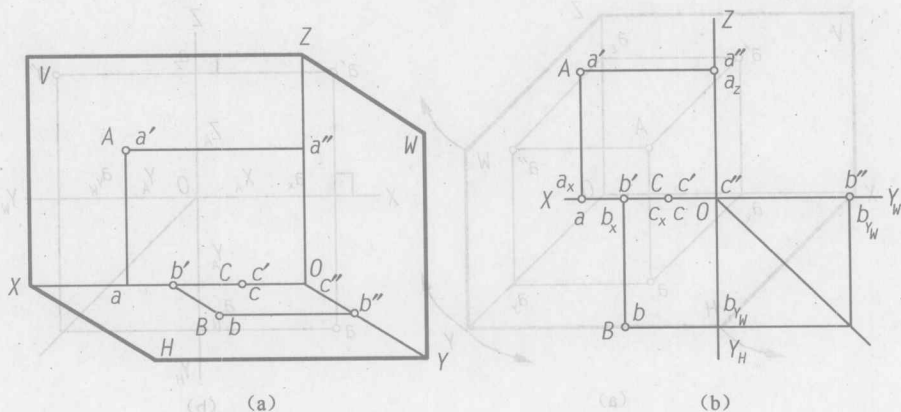


图 1-14 投影面上、投影轴上点的投影

(a) 投影面上点投影; (b) 投影轴上点投影。

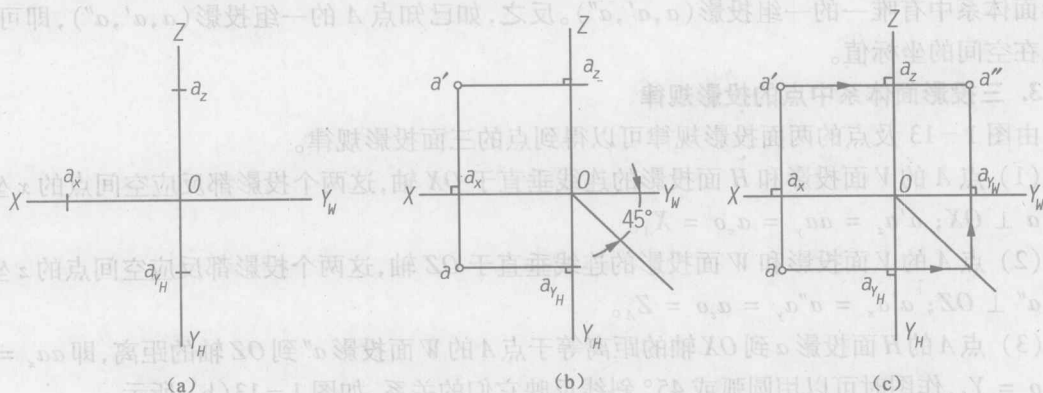
(3) 过原点 O 作 $\angle Y_H O Y_W$ 的平分线, 如图 1-15(b) 所示。(4) 延长 aa_{Y_H} 与平分线相交, 再过交点作 Y_W 轴的垂线与 $a'a_z$ 的延长线相交得 A 点的 W 面投影 a'' , 如图 1-15(c) 所示。

图 1-15 作点的三面投影

(a) 第 1 步; (b) 第 2, 3 步; (c) 第 4 步。

5. 两点的相对位置

空间两点的投影不仅反映了各点对投影面的位置, 也反映了两点之间左右、前后、上下的相对位置。由图 1-16(a) 可以看出, $x_A < x_B$, 坐标差 $x_A - x_B$ 为负, 故点 A 在点 B 之右; 同理, $y_A < y_B$ 即 $y_A - y_B$ 为负, 点 A 在点 B 之后, $z_A > z_B$ 即 $z_A - z_B$ 为正, 点 A 在点 B 之上。因此, 空间点的位置可以用绝对坐标 (即空间点对原点的坐标) 来确定, 也可用相对于另一点的坐标差来确定。

如图 1-16(a) 所示的空间点 A 、点 B , 由 V 面投影可判断出点 A 在点 B 的右方、上方, 由 H 面投影可判断出点 A 在点 B 的右方、后方, 由 W 面投影可判断出点 A 在点 B 的后方、上方, 因此, 由两投影就可以判断点 A 和点 B 的相对位置。

【例 1-2】如图 1-17 所示, 已知点 $B(10, 8, 15)$, 点 C 在点 B 左方 7mm, 前方 5mm, 下方 7mm 的位置, 作点 B 和点 C 的三面投影图。

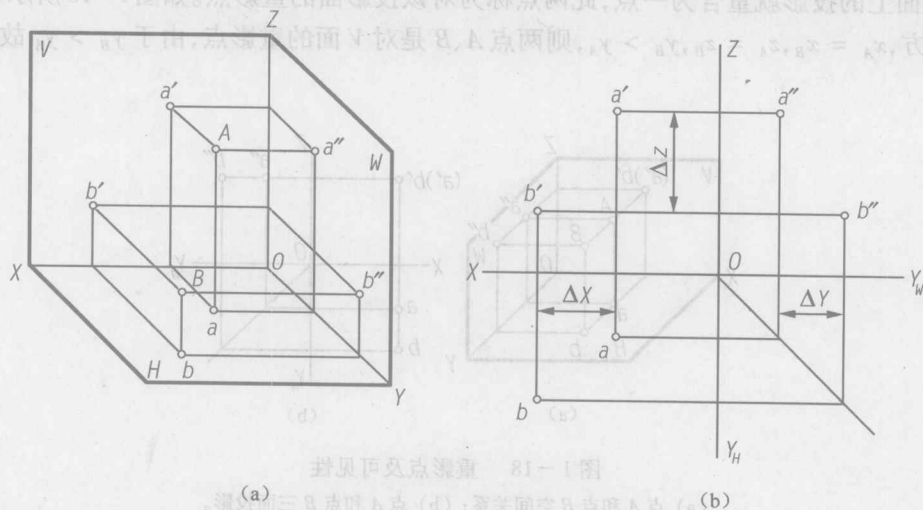


图 1-16 两点的相对位置

(a) 点 A 和点 B 的空间位置; (b) 点 A 和点 B 的三面投影。

分析: 根据已知条件可知点 B 的 3 个坐标为: $x_B = 10, y_B = 8, z_B = 15$, 根据点 C 相对于点 B 的位置, 可知点 C 的 3 个坐标为: $x_C = 10 + 7 = 17, y_C = 8 + 5 = 13, z_C = 15 - 7 = 8$ 。由 B(10, 8, 15) 作出点 B 的投影。用同样方法可作出点 C 的投影。

作图:

(1) 作出投影轴, 在 OX 轴上从 O 点向左截取 $Ob_x = 10$, 过 b_x 作 OX 轴的垂线, 如图 1-17(b) 所示。

(2) 在 OZ 轴上从 O 点向上量取 $Ob_z = 15$, 过 b_z 作 OZ 轴的垂线, 两直线相交于 b' , 如图 1-17(b) 所示。

(3) 在 $b'b_x$ 的延长线上向下量取 8 得 b , 在 $b'b_z$ 的延长线上向右量取 8 得 b'' , 或由 b' 、 b 求 b'' , 如图 1-17(b) 所示。

(4) 用同样方法作出点 C 的三面投影 c, c', c'' , 如图 1-17(c) 所示。

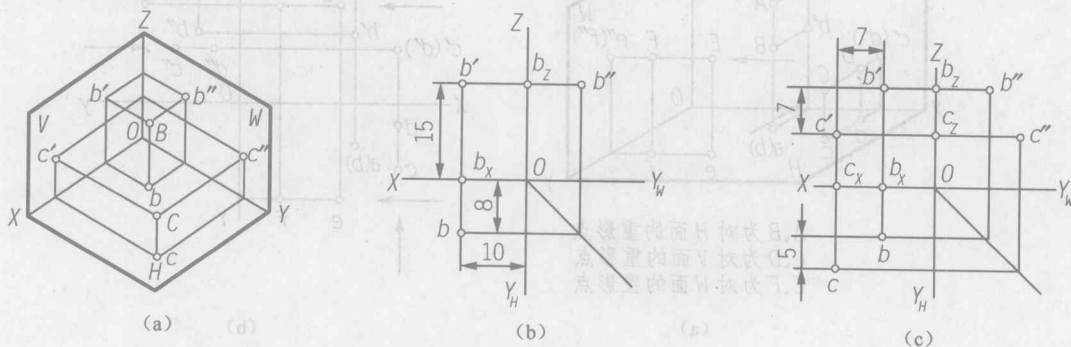


图 1-17 作点的三面投影

(a) 点 B 和点 C 空间关系; (b) 点 B 三面投影; (c) 点 C 三面投影。

6. 重影点

如果空间两点有两个坐标相等, 一个坐标不相等, 该两点将处于同一投影线上, 则两点在某

一个投影面上的投影就重合为一点,此两点称为对该投影面的重影点。如图1-18所示,点B在点A的正前方, $x_A = x_B, z_A = z_B, y_B > y_A$,则两点A、B是对V面的重影点,由于 $y_B > y_A$ 故A在后,B在前。

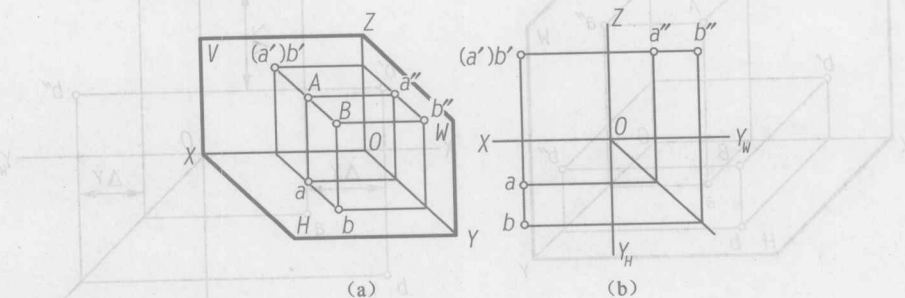


图1-18 重影点及可见性

(a) 点A和点B空间关系; (b) 点A和点B三面投影。

重影点要判别可见性,其方法是:比较两点不相同的那个坐标,其中坐标大的可见。例如两点A、B的 x 和 z 坐标相同, y 坐标不等,因 $y_B > y_A$,因此,A、B两点在V面的投影 b' 可见, a' 不可见。通常规定不可见点的投影加括号。

又如图1-19(a)所示,点A在点B的正上方,它们的水平投影重合,点A、B是对H面的重影点;点C在点D的正前方,它们的正面投影重合,点C、D是对V面的重影点;点E在点F的正左方,它们的侧面投影重合,点E、F是对W面的重影点。

重影点的重合投影有“上遮下”、“前遮后”、“左遮右”的关系。当需要判断其可见性时,将被遮挡的点的投影加括号表示。如向H面投射时,点B被点A遮挡, b 为不可见,表示为 (b) 。向V面投射时,点D被点C遮挡,点D为不可见,表示为 (d') 。向W面投射时,点F被点E遮挡,点F为不可见,表示为 (f'') 。如图1-19(b)所示。

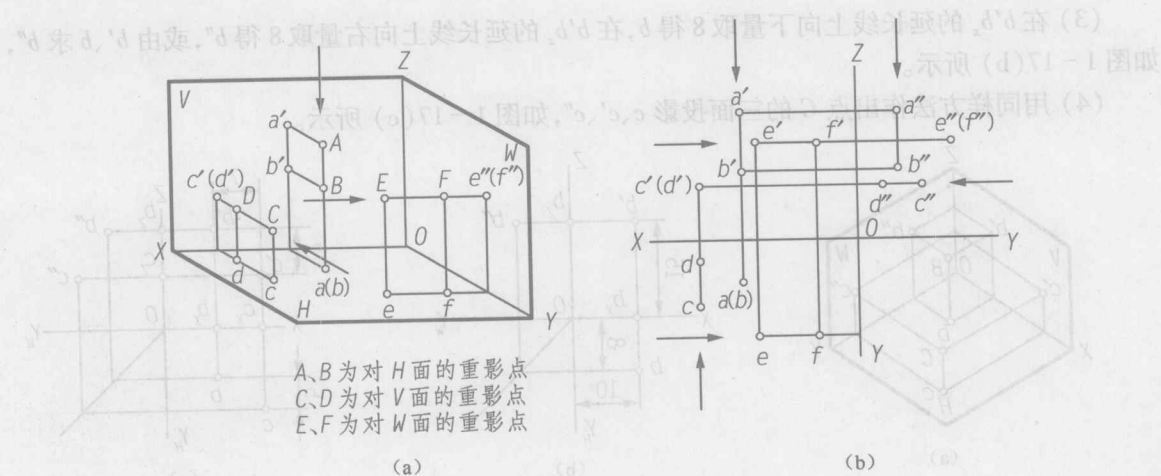


图1-19 重影点

(a) 各点空间关系; (b) 各点三面投影。

第三节 直线的投影

一、直线的投影

空间的两点决定一条直线,直线的投影就是直线上两个点在同一投影面上的投影连线。如图 1-20 所示,作直线 AB 的三面投影,可分别作出 A 、 B 两点的三面投影 a 、 a' 、 a'' 和 b 、 b' 、 b'' ,然后用粗实线连接其同面投影 ab 、 $a'b'$ 、 $a''b''$,即为直线 AB 的三面投影。

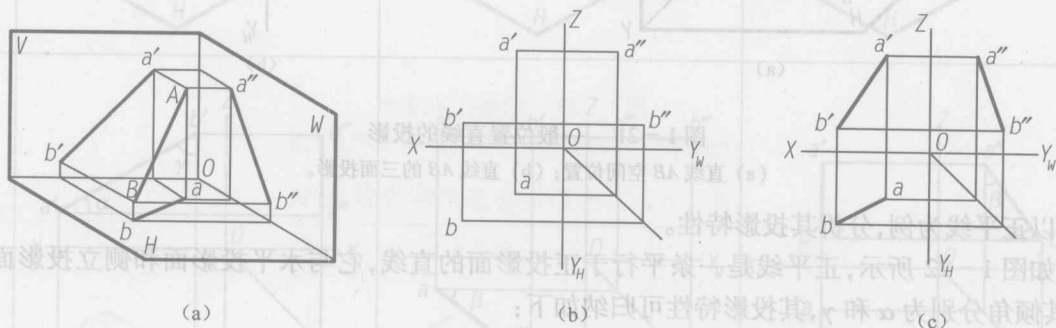


图 1-20 直线的投影

(a) 直线 AB 空间位置; (b) 点 A 和点 B 的三面投影; (c) 直线 AB 的三面投影。

二、各种位置直线的投影特性

直线的投影特性是由直线对投影面的相对位置决定的。直线对投影面的相对位置有如下 3 种情况:投影面倾斜线——与 3 个投影面都倾斜的直线,也称一般位置直线;投影面平行线——平行于某一投影面,且与另两个投影面倾斜的直线;投影面垂直线——垂直于某一投影面与另两个投影面都平行的直线。后两类直线又称特殊位置直线。

1. 一般位置直线

与 3 个投影面都处于倾斜位置的直线,称为投影面倾斜线,也称一般位置直线。

如图 1-21 所示,直线 AB 为一般位置直线,它与 H 、 V 、 W 3 个投影面的倾角分别为 α 、 β 、 γ ,直线 AB 的三面投影长度与倾角的关系为 $ab = AB\cos\alpha$, $a'b' = AB\cos\beta$, $a''b'' = AB\cos\gamma$ 。其投影特性可归纳如下:

- (1) 一般位置直线的正面、水平面和侧面的投影均与投影轴倾斜;
- (2) 一般位置直线的 3 个投影长度均小于该直线的实长;
- (3) 任何一个投影与投影轴的夹角,均不反映空间直线与投影面间的倾角。

2. 投影面平行线

直线平行于一个投影面且与另外两个投影面倾斜时,称为投影面平行线。按所平行的投影面不同它又可分为下列 3 种:

正平线——平行于 V 面,倾斜于 H 、 W 面;

水平线——平行于 H 面,倾斜于 V 、 W 面;

侧平线——平行于 W 面,倾斜于 H 、 V 面。